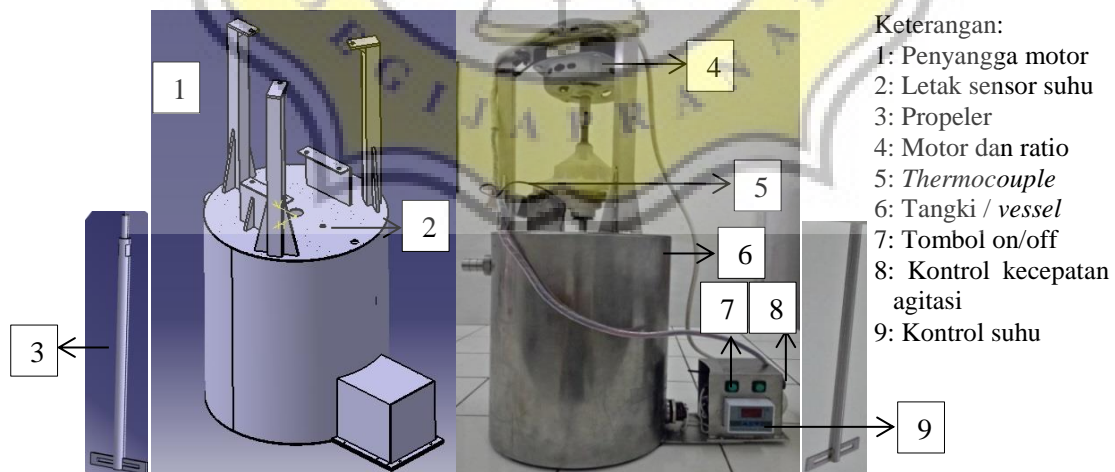


3. HASIL PENELITIAN

3.1. Rancangan Alat

Dalam penelitian ini dilakukan perancangan alat *pasteurizer* yang hasilnya digunakan untuk penelitian inti. Rancangan *pasteurizer* dibuat dengan mengacu pada geometri untuk tanki *mixing* yang dimodifikasi, ditulis pada *Handbook of Food Engineering* oleh Heldman & Lund (2007). Rancangan *pasteurizer* digunakan sebagai penelitian utama dengan beberapa perlakuan, diantaranya tanpa agitasi (0 rpm), agitasi 35 rpm, dan agitasi 70 rpm.

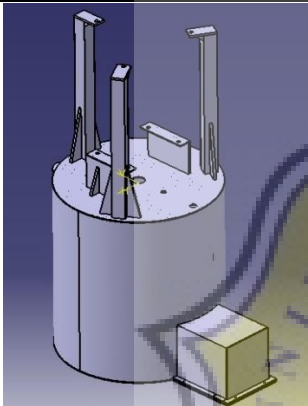
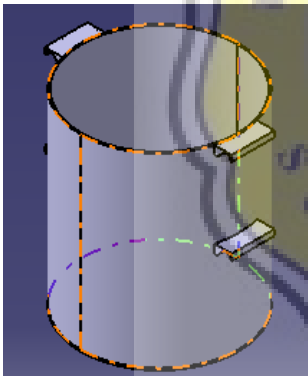

Pasteurizer yang digunakan dalam penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 2. *Pasteurizer* dirancang dengan dua tangki, yaitu tangki utama atau tangki dalam untuk produk (susu) dan tangki luar untuk sumber pemanas (air). Sumber panas dari *pasteurizer* ini adalah air yang dipanaskan menggunakan hantaran listrik (pemanas elektrik). Pemanasan saat pasteurisasi dapat diatur dengan mudah menggunakan pengaturan suhu digital. Suhu pasteurisasi dikontrol dengan menggunakan termostat yang terhubung dengan alat pengatur suhu. *Pasteurizer* ini dilengkapi dengan agitator untuk menyeragamkan panas dan menghomogenkan produk (susu) selama pasteurisasi.



Gambar 2. Desain *Pasteurizer* dan Realisasi *Pasteurizer*.

Pasteurizer yang digunakan pada penelitian ini dibuat dengan bahan utama *stainless steel* SUS 304 (*food grade*). Dimensi alat yang dirancang dapat dilihat pada Tabel 1. Dimensi alat yang dirancang meliputi tinggi, diameter dan tebal tangki, serta tinggi dan lebar diameter agitator. *Pasteurizer* ini memiliki kapasitas 5 Liter dengan batas tinggi produk 18,62 cm. *Pasteurizer* ini dilengkapi dengan agitator tipe *two straight blade*.

Tabel 1. Rancangan Alat dan Dimensi

Gambar	Nama	Dimensi	Komponen
	Tangki luar	tinggi: 24,72 cm diameter: 24,50 cm tebal: 2 mm	1. Tangki luar 2. Tempat motor 3. Tempat sensor suhu 4. <i>Heater band</i> 5. Pengatur agitator 6. Thermostat
	Tangki dalam	- tinggi: 21,72 cm - diameter: 18,50 cm - tebal: 2 mm	1. Tangki dalam
	Agitator “ <i>two straight blade</i> ”	- tinggi: 1,11 cm - diameter: 5,55 cm - Tebal: 2 mm	1. Agitator

3.2. Pasteurisasi

Hasil pencatatan suhu dan waktu susu selama pasteurisasi pada titik *cold spot* dan *hot spot* dengan berbagai perlakuan dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Suhu dan Waktu pasteurisasi

Waktu (Menit)	Pasteurisasi tanpa agitasi *		Pasteurisasi agitasi 35 rpm **		Pasteurisasi agitasi 70 rpm ***	
	Suhu <i>cold spot</i> (°C)	Suhu <i>hot spot</i> (°C)	Suhu <i>cold spot</i> (°C)	Suhu <i>hot spot</i> (°C)	Suhu <i>cold spot</i> (°C)	Suhu <i>hot spot</i> (°C)
5	32	34	26	27	32	33,4
10	46	50,3	37	38	42	42,7
15	51	54,3	43	43,7	53	54,8
20	54	57,9	48	48,5	58	59,2
25	58	60,7	51	51,8	61	62
30	61	64,6	54	56,1	65	66,8
35	64	66,3	57	59	69	70,5
40	67	70	62	63	73	73,5
45	69	73,9	66	66,8	74	74,7
50	71	74,2	69	70	73	74,2
55	71	73,9	72	73,2	73	73,8
60	70	73,4	73	74,3	-	-
65	-	-	73	74,8	-	-
70	-	-	73	74,5	-	-

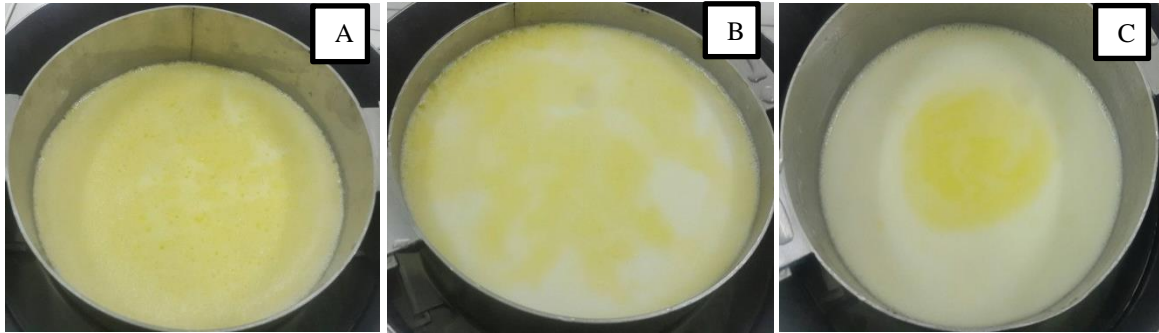
Keterangan:

* = mencapai suhu 72 pada menit ke 43 dan selesai pada menit ke 58

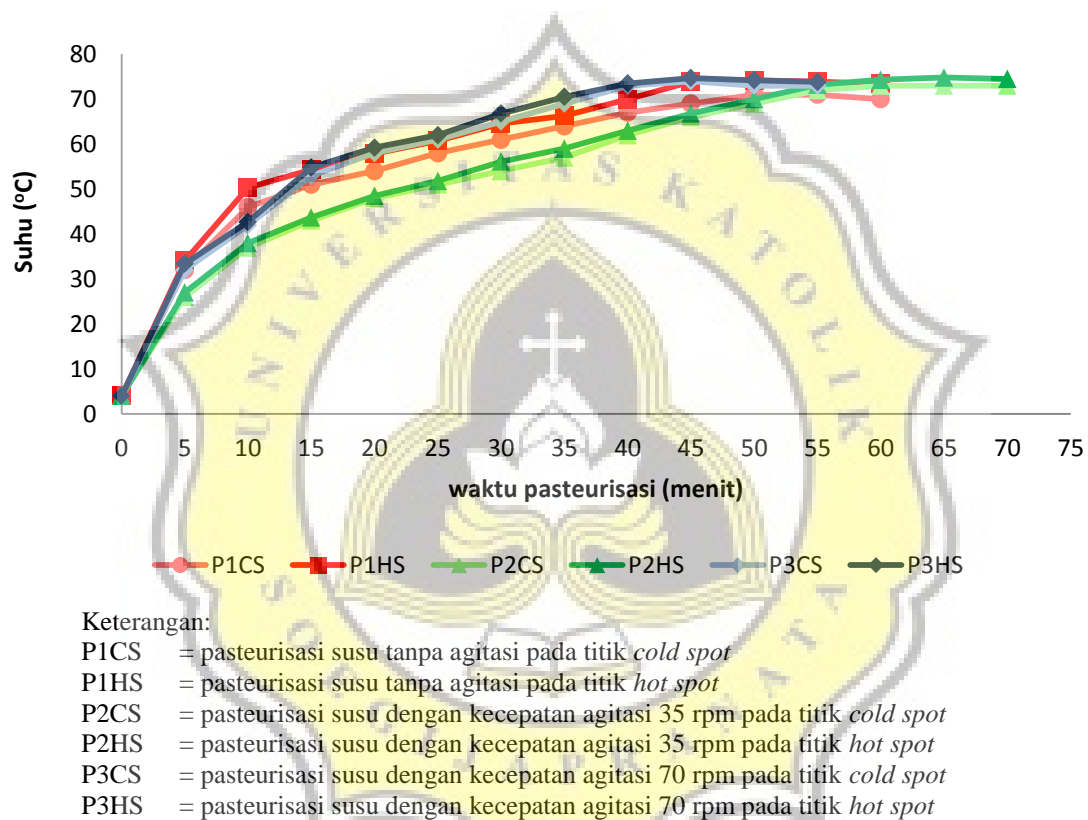
** = mencapai suhu 72 pada menit ke 55 dan selesai pada menit ke 70

*** = mencapai suhu 72 pada menit ke 38 dan selesai pada menit ke 53

Pencatatan suhu pada saat pasteurisasi dilakukan setiap 5 menit di masing-masing titik. Berdasarkan hasil pengamatan suhu dan waktu selama pasteurisasi pada Tabel 2 dapat diketahui bahwa terdapat perbedaan suhu pada titik *cold spot* dan *hot spot* tiap masing-masing perlakuan. Pada perlakuan pasteurisasi tanpa agitasi dapat dilihat bahwa terdapat selisih suhu antara 2–4 °C. Pada perlakuan pasteurisasi dengan agitasi 35 dan 70 rpm dapat dilihat bahwa terdapat selisih suhu sekitar 1 °C. Pasteurisasi dengan agitasi 35 rpm memerlukan waktu yang lebih lama dari pasteurisasi dengan agitasi 70 rpm untuk mencapai suhu pasteurisasi (72°C). Hasil susu pasteurisasi dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 3. Susu Pasteurisasi Hasil Pasteurisasi Tanpa Agitasi (A), Pasteurisasi dengan Agitasi 35 rpm (B), dan Pasteurisasi dengan Agitasi 70 rpm (C)



Gambar 4. Suhu dan Waktu Selama Pasteurisasi

Berdasarkan Gambar 3 dapat diketahui bahwa terdapat perbedaan pencapaian suhu pada titik waktu pencatatan suhu pada masing-masing perlakuan. Pasteurisasi dengan agitasi 35 rpm dan 70 rpm dapat diketahui bahwa tidak terdapat perbedaan suhu yang signifikan antara *cold spot* dan *hot spot*. Sedangkan, pasteurisasi tanpa agitasi memiliki perbedaan suhu yang signifikan antara *cold spot* dan *hot spot*.

3.3. Analisa Kimia Susu Pasteurisasi

Hasil analisa kimia yang dilakukan meliputi uji protein, total padatan, dan kadar lemak total. Hasil analisa kimia perbandingan antara *cold spot* dan *hot spot* pada masing-masing kecepatan agitasi dapat dilihat pada Tabel 3. Hasil analisa kimia perbandingan antar kecepatan agitasi di titik *cold spot* dan *hot spot* dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 3. Analisa Kimia Susu Pasteurisasi Perbandingan Antara *Cold spot* dan *Hot spot* pada Masing-masing Kecepatan Agitasi

Perlakuan		Analisa		
		Protein (%)	Total padatan (%)	Lemak (%)
Tanpa pasteurisasi		$1,73 \pm 0,17$	$12,84 \pm 0,28$	$3,15 \pm 0,26$
0 rpm	<i>Cold spot</i>	$1,90 \pm 0,18^a$	$9,37 \pm 0,06^a$	$2,05 \pm 0,09^a$
	<i>Hot spot</i>	$1,74 \pm 0,11^a$	$9,51 \pm 0,27^a$	$2,26 \pm 0,17^b$
35 rpm	<i>Cold spot</i>	$1,97 \pm 0,14^a$	$10,34 \pm 0,24^a$	$2,70 \pm 0,19^a$
	<i>Hot spot</i>	$1,81 \pm 0,54^b$	$10,26 \pm 0,14^a$	$2,47 \pm 0,29^a$
70 rpm	<i>Cold spot</i>	$2,15 \pm 0,20^a$	$10,27 \pm 0,28^a$	$2,63 \pm 0,37^a$
	<i>Hot spot</i>	$2,07 \pm 0,15^a$	$10,26 \pm 0,22^a$	$2,83 \pm 0,24^a$

Keterangan:

- Data yang disajikan merupakan *mean* \pm standar deviasi.
- Nilai dengan *superscript* (huruf) yang berbeda menunjukkan bahwa terdapat perbedaan antar perlakuan pada tingkat kepercayaan 95% ($p < 0,05$) berdasarkan uji *T Independent Sample*.

Berdasarkan Tabel 3 dapat diketahui nilai protein, total padatan dan lemak pada masing-masing perlakuan antara *cold spot* dan *hot spot* tidak ada perbedaan yang nyata, namun tidak pada protein dengan perlakuan pasteurisasi 35 rpm dan lemak dengan perlakuan pasteurisasi tanpa agitasi. Nilai protein paling besar adalah sampel susu sapi hasil pasteurisasi dengan agitasi 70 rpm pada titik *hot spot*. Sedangkan, nilai protein terendah adalah susu sapi hasil pasteurisasi tanpa agitasi pada titik *hot spot*.

Tabel 4. Analisa Kimia Susu Pasteurisasi Perbandingan Antara Kecepatan Agitasi pada Masing-masing *Spot* (*Cold* dan *Hot*).

Perlakuan		Analisa		
		Protein (%)	Total padatan (%)	Lemak (%)
Tanpa pasteurisasi		1,73 ± 0,17	12,84 ± 0,28	3,15 ± 0,26
<i>Cold spot</i>	0 rpm	1,90 ± 0,18 ^a	9,37 ± 0,06 ^a	2,05 ± 0,09 ^a
	35 rpm	1,97 ± 0,14 ^{ab}	10,34 ± 0,24 ^b	2,70 ± 0,19 ^b
	70 rpm	2,15 ± 0,20 ^b	10,27 ± 0,28 ^b	2,63 ± 0,37 ^b
<i>Hot spot</i>	0 rpm	1,74 ± 0,11 ^a	9,51 ± 0,27 ^a	2,26 ± 0,17 ^a
	35 rpm	1,81 ± 0,54 ^a	10,26 ± 0,14 ^b	2,47 ± 0,29 ^b
	70 rpm	2,07 ± 0,15 ^b	10,26 ± 0,22 ^b	2,83 ± 0,24 ^b

Keterangan:

- Data yang disajikan merupakan *mean* ± standar deviasi.
- Nilai dengan *superscript* (huruf) yang berbeda menunjukkan bahwa terdapat perbedaan antar perlakuan pada tingkat kepercayaan 95% ($p < 0,05$) berdasarkan uji *One Way Anova Post hoc Duncan*.

Berdasarkan Tabel 4 dapat diketahui nilai protein, total padatan dan lemak pada masing-masing perlakuan (tanpa agitasi, agitasi 35 rpm, dan agitasi 70 rpm) terdapat perbedaan yang nyata. Nilai protein ditunjukkan adanya perbedaan yang nyata antara pasteurisasi dengan agitasi 70 rpm dengan pasteurisasi tanpa agitasi dan pasteurisasi dengan agitasi 35 rpm. Berdasarkan nilai total padatan dan lemak ditunjukkan bahwa adanya perbedaan yang nyata antara pasteurisasi tanpa agitasi dengan pasteurisasi dengan agitasi (30 rpm dan 70 rpm). Nilai protein dapat dilihat dengan peningkatan kecepatan agitasi maka nilai protein juga akan mengalami peningkatan. Sementara itu dengan adanya agitasi (35 rpm dan 70 rpm) maka nilai total padatan dan nilai lemak mengalami peningkatan.

3.4. Analisa Mikrobiologi Susu Pasteurisasi dengan Berbagai Perlakuan

Hasil analisa mikrobiologi yang meliputi TPC (*Total Plate Count*) dan *coliform* dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Analisa Mikrobiologi Susu Pasteurisasi dengan Berbagai Perlakuan

Perlakuan	Analisa	
	TPC (CFU/ml)	<i>Coliform</i> (CFU/ml)
S01	$8,31 \times 10^6 - 1,88 \times 10^7$	$3,67 \times 10^3 - 3,8 \times 10^4$
P1CS	$1,00 \times 10^4 - 5,00 \times 10^4$	-
P1HS	$8,33 \times 10^3 - 1,67 \times 10^4$	-
P2CS	$1,00 \times 10^4 - 1,67 \times 10^4$	-
P2HS	$8,33 \times 10^3 - 1,67 \times 10^4$	-
P3CS	$8,33 \times 10^3 - 2,00 \times 10^4$	-
P3HS	$8,33 \times 10^3 - 1,67 \times 10^4$	-

Keterangan:

S01 = susu segar tanpa pasteurisasi

P1CS = pasteurisasi susu tanpa agitasi pada titik *cold spot*

P1HS = pasteurisasi susu tanpa agitasi pada titik *hot spot*

P2CS = pasteurisasi susu dengan kecepatan agitasi 35 rpm pada titik *cold spot*

P2HS = pasteurisasi susu dengan kecepatan agitasi 35 rpm pada titik *hot spot*

P3CS = pasteurisasi susu dengan kecepatan agitasi 70 rpm pada titik *cold spot*

P3HS = pasteurisasi susu dengan kecepatan agitasi 70 rpm pada titik *hot spot*

- Data yang disajikan merupakan *mean* \pm standar deviasi.
- CFU/ml adalah satuan banyaknya jumlah koloni per ml sampel.
- (-) : tidak ada pertumbuhan dalam cawan

Berdasarkan Tabel 5 dapat diketahui setelah pasteurisasi dengan berbagai perlakuan menyebabkan penurunan sebanyak 3 log (10^7 menjadi 10^4) untuk TPC, sedangkan pasteurisasi diketahui dapat menurunkan total *coliform* hingga 0 CFU/ml pada keseluruhan perlakuan. Pada TPC dengan masing-masing perlakuan pasteurisasi ditunjukkan bahwa pasteurisasi tanpa agitasi pada titik *cold spot* memiliki jumlah kontaminan terbesar dengan jumlah $1,00 \times 10^4 - 5,00 \times 10^4$ CFU/ml.

3.5. Analisa Sensori

Hasil analisa sensori susu pasteurisasi dengan berbagai perlakuan dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Hasil Analisa Sensori Susu Pasteurisasi dengan Berbagai Perlakuan.

Perlakuan	Parameter Uji		
	Warna	Aroma	Rasa
P1	$3,79 \pm 0,88^a$	$3,44 \pm 0,93^a$	$3,91 \pm 0,83^a$
P2	$3,85 \pm 0,74^a$	$3,56 \pm 0,75^a$	$4,15 \pm 0,78^a$
P3	$3,74 \pm 0,93^a$	$3,50 \pm 0,90^a$	$3,74 \pm 0,90^b$

Keterangan:

P1 = pasteurisasi susu tanpa agitasi

P2 = pasteurisasi susu dengan kecepatan agitasi 35 rpm

P3 = pasteurisasi susu dengan kecepatan agitasi 70 rpm

- 1= sangat tidak suka; 2= tidak suka; 3= agak suka; 4= suka; 5= sangat suka.
- Data yang disajikan merupakan *mean* \pm standar deviasi.
- Uji sensori dilakukan dengan rating hedonik sebagai penerimaan produk dengan panelis sebanyak 30 orang.
- Nilai dengan superscript (huruf) yang berbeda menunjukkan bahwa terdapat perbedaan antara perlakuan pada tingkat kepercayaan 95% ($p < 0,05$) berdasarkan uji Kruskal Wallis dan dilanjutkan dengan uji Mann Whitney sebagai uji beda.

Berdasarkan hasil analisa sensori susu pasteurisasi pada Tabel 6 dapat dilihat parameter yang diuji meliputi warna, aroma dan rasa. Adanya beberapa perlakuan saat pasteurisasi menunjukkan hasil bahwa tidak ada perbedaan nyata pada hasil sensori dengan parameter warna dan aroma. Dari hasil uji sensori dengan parameter rasa, ditunjukkan adanya perbedaan yang nyata antara pasteurisasi tanpa agitasi dan agitasi 35 rpm dengan agitasi 70 rpm. Hasil pengujian sensori menunjukkan bahwa ketiga perlakuan dapat diterima dengan nilai lebih dari 3.